# LISA สูตรลับการเขียนภาษาแอสเซมบลีให้เป็นของง่าย

ณรงค์พร เหล่าศรีสิน

ท่านผู้อ่านที่ติดตามบทความเรื่องการเขียนโปรแกรมภาษาแอสเซมบลีมาตั้งแต่แรก จนถึงเดี๋ยวนี้ก็หลายตอนแล้ว คงจะเกิดความรู้สึกอยากเขียนโปรแกรมแอสเซมบลีในสไตล์ของตัวเองบ้าง หลังจากที่คีย์โปรแกรมตามตัวอย่างในบทความมาหลายครั้งแล้ว ซึ่งถ้าหากคุณเห็นด้วยกับผมล่ะก็ ร่างโปรแกรมของคุณเตรียมไว้ได้เลย เราจะมาเขียนโปรแกรมภาษาแอสเซมบลีกัน

วิธีการเขียนโปรแกรมภาษาแอส–เซมบลีเข้าสู่เครื่องคอมพิวเตอร์นั้น เดิมทีเราจะต้องเปลี่ยนภาษาแอสเซมบลีไปเป็นภาษาเครื่องซึ่งมีลักษณะเป็นตัวเลขฐานสิบหกทั้งหมด หลังจากนั้นจึงป้อนรหัสตัวเลขเหล่านี้ลงในหน่วยความจำ โดยผ่านทางโปรแกรมมอนิเตอร์ในเครื่องคอมพิวเตอร์แอปเปิ้ลทู การป้อนโปรแกรมในลักษณะนี้ เท่าที่ผ่านมาก็ดูเหมือนจะไม่มีความยากลำบากมากนัก เพราะคุณเพียงแต่ป้อนตัวเลขเข้าไปในเครื่องตามโปรแกรมตัวอย่างเท่านั้นก็สามารถรันโปรแกรมได้แล้ว แต่สำหรับตอนนี้คุณกำลังคิดจะหัดเขียนโปรแกรมด้วยตัวคุณเองอยู่นะ ดังนั้นหน้าที่ต่าง ๆ จึงต้องตกเป็นของคุณเพียงคนเดียว คือ เริ่มตั้งแต่การเขียนโปรแกรมภาษาแอสเซมบลี แปลงไปเป็นรหัสภาษาเครื่อง แล้วจึงป้อนเข้าเครื่องคอมพิวเตอร์ แต่เท่านี้ยังไม่พอหรอก เพราะถ้าหากโปรแกรมของคุณมีข้อผิดพลาดเกิดขึ้นแล้ว คุณก็ต้องมีหน้าที่ตรวจสอบและแก้ไขโปรแกรมเพิ่มอีกด้วย

อ่านไป นึกภาพไป คุณก็คงเห็นว่ามันช่างเป็นงานที่ลำบากลำบนอะไรเช่นนี้ อย่าเขียนเลยดีกว่า เจ้าโปรแกรมแอสเซมบลี นี่ถ้าหากปล่อยเอาไว้อย่างนี้ก็คงจะไม่มีใครอยากเขียนโปรแกรมแอสเซมบลีแน่ ๆ ดังนั้นจึงได้มีการคิดค้นหาเครื่องมือชนิดหนึ่งขึ้นมา เพื่ออำนวยความสะดวกแก่ผู้ใช้คอมพิวเตอร์ทั้งหลาย เครื่องมือดังกล่าวนี้มีลักษณะเป็นโปรแกรมหรือซอฟท์แวร์ ดังนั้นเราจึงเรียกเครื่องมือนี้ว่า software tool

ตัวซอฟท์แวร์ทูลนั้น มีด้วยกันหลายแบบหลายโปรแกรม ตามแต่ว่าจะนำไปช่วยงานด้านใด ตัวอย่างเช่น เทอร์โบปาสคาล, ไซค์คิค, โลตัส เป็นต้น แต่สำหรับ LISA นี้เป็นซอฟท์แวร์ทูลที่ใช้ช่วยในการเขียนโปรแกรมแอสเซมบลีของซีพียู 6502 ช่วยให้คุณสามารถจะเขียนโปรแกรม, แก้ไขโปรแกรม เพิ่มเติมหรือตัดต่อโปรแกรมได้โดยง่าย และโดยเฉพาะอย่างยิ่งช่วยแปลภาษาแอสเซมบลีไปเป็นภาษาเครื่องด้วย

LISA เป็นชื่อย่อของชื่อเต็มที่ว่า Lazer's Interactive Symbolic Assembler ชุดโปรแกรมของ LISA นั้น จะประกอบด้วยโปรแกรมต่าง ๆ ดังรูปที่ 1

เมื่อคุณมีชุดโปรแกรมลิซ่าอยู่ในแผ่นดิสค์แล้วก็เริ่มรันโปรแกรมได้เลย

**1**

```
A   002  HELLO
B   002  LISA V2.5
B   058  ASM.CODE
B   050  ASM.CODE.1
B   016  ASM.CODE.2
B   037  MPTOLISA.CODE
L   050  RANDYS HIRES ROUTINES
L   044  HIRES.2
L   039  DIASM.TXT
L   038  DISASM.2
L   026  SCTOLISA.TXT
B   003  SORT
B   006  SCTOLISA
T   004  LISA
```

**RUN HELLO หรือ BRUN LISA V2.5 เพื่อเริ่มรันโปรแกรมลิซ่า**

เป็นโปรแกรมภาษาแอสเซมบลี ที่เขียนขึ้นโดยลิซ่า สังเกตจากชนิดของไฟล์ที่ลิซ่าเปลี่ยนจาก B เป็น L

จะได้ยินเสียงดังจากดิสค์ไดรฟ์ รอสักประเดี๋ยวหนึ่ง พอเรียบร้อยแล้วก็จะพบข้อความทักทายดังรูปที่ 2

คุณคงสังเกตเห็นเครื่องหมาย "!" ซึ่งเป็นพรอมท์และมีเคอร์เซอร์กะพริบอยู่ข้างล่างแล้ว นี่เป็นลักษณะที่แสดงว่าขณะนี้ลิซ่ากำลังเตรียมพร้อมรับคำสั่งจากคุณอยู่ ดังนั้น การเรียนรู้ลิซ่าในขั้นแรกนี้ก็คือ คุณควรรู้จักกับคำสั่งต่าง ๆ ของลิซ่าเสียก่อน โดยดูจากรูปที่ 3

คำสั่งต่าง ๆ ที่แสดงให้ดูนั้นมีลักษณะพิเศษอย่างหนึ่งคือ เมื่อเวลาใช้งานเราไม่จำเป็นต้องป้อนคำสั่งนั้นเต็มคำก็ได้ เพียงแต่ป้อนเฉพาะตัวอักษรที่อยู่นอกวงเล็บก็พอ ตัวอย่างเช่น เมื่อคุณต้องการใช้คำสั่ง INSERT คุณก็อาจป้อนแค่ตัวอักษร I เท่านั้น เครื่องก็สามารถเข้าใจได้แล้ว

ทีนี้เราลองมาดูกันซิว่า คำสั่งเหล่านี้ใช้ทำอะไรได้บ้าง

**I(NSERT)** เป็นคำสั่งสำหรับแทรกโปรแกรม เราสามารถใช้ในตอนเริ่มเขียนโปรแกรม หรือจะใช้เมื่อต้องการแก้ไขโปรแกรมก็ได้

เมื่อเราต้องการเริ่มเขียนโปรแกรมนั้น เราเพียงแต่ป้อนว่า I และกด return เครื่องก็จะแสดงตัวเลข 1 ออกมา และมีเคอร์เซอร์กะพริบอยู่ข้าง ๆ ตอนนี้คุณก็สามารถป้อนโปรแกรมได้แล้ว

ตัวเลข 1 ที่ปรากฏอยู่ข้างหน้านั้นเราจะเรียกว่า LINE NUMBER ก็คงจะได้ เช่นเดียวกับในภาษาเบสิก ตัวเลขเหล่านี้เป็นตัวเลขที่ลิซ่ากำหนดให้เองจะเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ เมื่อจำนวนบรรทัดของโปรแกรมเพิ่มขึ้น ตัวเลขบอกบรรทัดนี้มีประโยชน์ในการอ้างอิงตำแหน่งของโปรแกรม ดังเช่นว่า เราต้องการจะแทรกโปรแกรมบางส่วนไว้ข้างหน้าโปรแกรมเดิมที่บรรทัดที่ 7 เราก็ป้อนว่า

! return

ที่นี้เครื่องก็พร้อมจะรับโปรแกรมจากคุณให้เข้ามาแทรกหน้าบรรทัดที่ 7 แล้ว คุณสามารถป้อนโปรแกรมอีกกี่บรรทัดก็ได้เท่าที่คุณต้องการ จนเมื่อคุณต้องการหยุดก็ทำได้โดยกด ctrl-E และ return ลิซ่าก็จะออกจากโหมดแทรกโปรแกรมและแสดงพรอมท์(!) ขึ้นมา

สรุปแล้ว การใช้คำสั่งแทรกโปร–แกรมมีอยู่ 2 ลักษณะ คือ

1. แทรกโดยไม่กำหนด LINE NUMBER ไว้ ลิซ่าก็จะเข้าสู่โหมดแทรกโปรแกรมที่บรรทัดสุดท้ายของโปรแกรม ใช้ในกรณีที่คุณต้องการเขียนโปรแกรมเพิ่มเติมต่อท้ายอีก แต่ถ้าหากคุณใช้คำสั่งแทรกหลังคำสั่ง NEW หรือไม่มีโปรแกรมภาษาแอสเซมบลีอยู่ในเครื่องเลย ลิซ่าก็จะถือว่าเป็นการแทรกโปรแกรม หรือเริ่มป้อนโปรแกรมที่บรรทัดที่หนึ่งทันที

2. กำหนดบรรทัดที่ต้องการแทรกใช้เมื่อเราต้องการแทรกโปรแกรมไว้ก่อนหน้าโปรแกรมเดิมตรงตำแหน่งบรรทัดที่กำหนด

**D(ELETE)** เป็นคำสั่งในการลบบางส่วนของโปรแกรมออกไป ซึ่งอาจจะลบเพียงบรรทัดเดียวหรืออาจจะลบหลาย ๆ บรรทัดเลยก็ได้ ดังนี้

**DELETE 5** ลบโปรแกรมเฉพาะ บรรทัดที่ 5

**DELETE 4, 10** ลบโปรแกรมตั้งแต่บรรทัดที่ 4 จนถึงบรรทัดที่ 10

**2**

```
LAZER SYSTEM'S
INTERACTIVE
SYMBOLIC
ASSEMBLER

(C) 1981 LAZER SYSTEMS
VERSION 2.5D -- 48 K
```

จำนวนหน่วยความจำแรมในเครื่อง

**3**

```
N(EW)     LO(AD)     SA(VE)     CTRL-D
L(IST)    I(NSERT)   D(ELETE)   CTRL-P
A(SM)     AP(PEND)   LE(NGTH)
BRK       M(ODIFY)
```

เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงโปรแกรม ไม่ว่าจะโดยการลบโปรแกรม, การต่อเติม หรือการแทรกโปรแกรม โดยใช้คำสั่งประเภท DELETE, INSERT, MODIFY ก็จะทำให้มีการเปลี่ยนแปลงตัวเลขประจำบรรทัดโดยอัตโนมัติ เช่น เมื่อใช้คำสั่งลบโปรแกรมบรรทัดที่ 4 ถึงบรรทัด 10 ก็จะทำให้โปรแกรมในช่วงนั้นหายไป จากนั้นโปรแกรมเดิมที่เคยอยู่บรรทัดที่ 11 ก็จะถูกเลื่อนให้มาอยู่บรรทัดที่ 4 แทน โปรแกรมที่อยู่บรรทัดถัดไป ก็จะเลื่อนขึ้นมาแทนส่วนที่ว่างนี้เช่นกัน หรือในกรณีที่คุณใช้คำสั่งแทรกโปรแกรมที่บรรทัดที่ 7 โปรแกรมใหม่ที่ได้รับเข้ามาก็จะอยู่ในบรรทัดที่ 7 ส่วนโปรแกรมเดิมในบรรทัดที่ 7 และบรรทัดถัดไปก็จะถูกเลื่อนลงไปเรื่อย ๆ จนกว่าจะออกจากโหมดแทรกโปรแกรม จากตัวอย่างที่ยกมาอธิบายนี้ ก็คงจะเห็นแล้วว่าตัวเลขประจำบรรทัดนี้จะมีการเปลี่ยนแปลงอยู่เสมอ ดังนั้นก่อนที่เราจะทำการเปลี่ยนแปลงอะไรในโปรแกรม ก็ควรจะตรวจดูตัวเลขบรรทัดให้ถูกต้องเสียก่อน โดยการใช้คำสั่ง LIST ช่วยแสดงโปรแกรมออกมา ซึ่งผมกำลังจะกล่าวถึงในตอนถัดไปนี้แหละ

**L(IST)** เราสามารถใช้คำสั่งนี้เพื่อดูโปรแกรมภาษาแอสเซมบลีที่เราเขียนขึ้นได้ โดยมีวิธีใช้หลายแบบดังนี้

| | |
|---|---|
| **LIST** | จะแสดงโปรแกรมทั้งหมดจนจบ |
| **LIST 2** | จะแสดงเฉพาะโปรแกรมบรรทัดที่ 2 |
| **LIST 2, 7** | แสดงโปรแกรมตั้งแต่บรรทัดที่ 2 ถึงบรรทัดที่ 7 |
| **LIST 2,** | แสดงโปรแกรมตั้งแต่บรรทัดที่ 2 และบรรทัดถัดมา จำนวน 22 บรรทัด |

ในบางขณะที่เครื่องกำลังแสดงโปรแกรมอยู่นั้น หากคุณต้องการจะหยุดลิสต์ ก็สามารถทำได้ 2 วิธี คือ

– กด ctrl-C เพื่อเบรคลิซ่าเอาไว้ ด้วยวิธีนี้จะทำให้ลิซ่าออกจากโหมดแสดงโปรแกรม ขึ้นเครื่องหมาย ! และรอรับคำสั่งใหม่จากเราต่อไป

– กด SPACE BAR เพื่อหยุดลิสต์โปรแกรมชั่วคราว และเมื่อต้องการให้แสดงโปรแกรมต่อไปอีก ก็ให้กดปุ่มใดก็ได้อีกครั้ง

บางครั้งคุณอาจจะติดนิสัยบางอย่างจากการใช้งานภาษาเบสิกมาก ๆ เช่น การใช้ปุ่ม ctrl-S เพื่อหยุดลิสต์โปรแกรมชั่วขณะ แต่กับลิซ่านั้น บางครั้งปุ่ม ctrl-S ก็อาจจะใช้ไม่ได้ผลดีนัก เพราะเกิดอาการลักปิดลักเปิด หรือกดแล้วก็ไม่ยอมหยุดเอาดื้อ ๆ ต้องกดกันหลาย ๆ ครั้งกว่าจะหยุดได้

**M(ODIFY)** ใช้สำหรับแก้ไขโปรแกรมในบรรทัดใดบรรทัดหนึ่ง โดยการใช้คำสั่งนี้จะเหมือนกับการใช้งานคำสั่ง 3 คำสั่งตามลำดับคือ LIST, DELETE, INSERT ดังนั้นเมื่อใช้คำสั่งแก้ไขโปรแกรมตามตัวอย่างในรูปที่ 4 ก็จะทำให้เกิด .....

จากนี้คุณก็สามารถแก้ไขโปรแกรมในบรรทัดที่ 7 ได้แล้ว โดยการพิมพ์ข้อความใหม่ลงไปเลย หรือจะเคลื่อนย้ายเคอร์เซอร์ไปยังตำแหน่งที่ต้องการแก้ไขก็ได้

เช่นว่า คุณต้องการเปลี่ยน LDA #$30 ในบรรทัดที่ 7 ไปเป็น LDA#$50 ก็ให้ใช้คีย์ ctrl-O เลื่อนเคอร์เซอร์ขึ้นไปข้างบนบรรทัด แล้วจึงใช้ปุ่ม→ เลื่อนไปที่เลข 3 เปลี่ยนเป็นเลข 5 จากนั้นเลื่อนเคอร์เซอร์ด้วยปุ่ม→ จนสุดบรรทัด

**4**

| | |
|---|---|
| ! M 7 | ใช้คำสั่งแก้ไขโปรแกรมบรรทัดที่ 7 |
| 7 LDA #$30 | แสดงโปรแกรมในบรรทัดที่ 7 |
| 7 cursor | ลบโปรแกรมในบรรทัดที่ 7 แล้วเข้าสู่โหมดแทรกโปรแกรมในบรรทัดที่ 7 |

แล้วตามด้วย return ก็เป็นอันเสร็จการแก้ไข

นอกจากการใช้คำสั่ง MODIFY ในลักษณะดังกล่าวแล้ว เราอาจใช้คำสั่งนี้แก้ไขโปรแกรมทีละหลาย ๆ บรรทัดก็ได้ เช่น

ตัวอย่างในรูปที่ 5 เป็นวิธีแก้ไขโปรแกรมทีละหลาย ๆ บรรทัด มีหลักการเช่นเดียวกับที่กล่าวมาแล้วข้างต้น คือใช้ปุ่ม ctrl-O เลื่อนเคอร์เซอร์จากบรรทัดที่ 37 ② ขึ้นไปยังบรรทัดที่ 37 ① จากนั้นก็เริ่มแก้ไขโปรแกรมตั้งแต่บรรทัดที่ 37, 38,... จนจบบรรทัดที่ 40

เนื่องจากตอนนี้ลิซ่ากำลังอยู่ในโหมดแทรกโปรแกรม ดังนั้นถ้าหากต้องการแทรกโปรแกรมเพิ่มเติมลงไปก็สามารถทำได้เลย หรือจะออกจากโหมดแทรกโปรแกรม โดยกดปุ่ม ctrl-E เลยก็ได้

**N(EW)** เป็นคำสั่งที่มีผลเช่นเดียวกับในภาษาเบสิกคือ ใช้ลบโปรแกรมที่มีอยู่ในเครื่องและเริ่มต้นรับโปรแกรมใหม่ โปรแกรมที่ถูกลบนี้เป็นเฉพาะส่วนภาษาแอสเซมบลีเท่านั้น แต่ไม่สามารถลบโปรแกรมภาษาเครื่องที่ผ่านการเปลี่ยนมาแล้ว

เมื่อมีการใช้คำสั่ง NEW นี้ ลิซ่าก็จะขึ้นเครื่องหมายคำถาม พร้อมทั้งถามว่าจะให้ลบโปรแกรมทั้งหมดแน่หรือ ซึ่งถ้าหากคุณยังยืนยันที่จะลบ ก็กดปุ่ม Y ไป แต่ถ้าคุณเกิดลังเลใจขึ้นมาก็สามารถยกเลิกคำสั่ง NEW ได้โดยตอบลิซ่าไปด้วยปุ่ม N

**LO(AD) และ SA(VE)** หลังคำสั่งทั้งสองนี้จะตามด้วยชื่อของไฟล์ที่เป็นโปรแกรมภาษาแอสเซมบลีซึ่งมีลักษณะเป็นตัวอักษรหรือเก็บอยู่ในรูปของรหัส ASCII การใช้คำสั่ง SAVE หรือ LOAD นี้ แท้ที่จริงแล้วก็คือ การใช้คำสั่ง BSAVE หรือ BLOAD นั่นเอง แต่ลิซ่าทำเอาไว้พิเศษนิดนึงตรงที่โปรแกรมซึ่ง SAVE ด้วยลิซ่านี้ จะมีรหัสบ่งชนิดของไฟล์เป็นตัว L แทนที่จะเป็นตัว B(INARY) ซึ่งคุณสามารถใช้คำสั่ง CATALOG เอาชื่อไฟล์ออกมาดูได้ เมื่อยังอยู่ในโปรแกรมลิซ่า แต่เมื่ออยู่นอกโปรแกรมลิซ่าแล้ว ตัวอักษร L จะเปลี่ยนเป็นตัวอักษร B ดังเดิม

**AP(PEND)** เป็นคำสั่งสำหรับนำโปรแกรมภาษาแอสเซมบลีจากแผ่นดิสค์เข้าสู่เครื่อง ดังนั้นจึงมีลักษณะคล้ายกับคำสั่ง LOAD ที่ผ่านมา จะต่างกันก็ตรงที่ เมื่อเราใช้คำสั่งโหลดแล้ว โปรแกรมใหม่จากแผ่นดิสค์จะเข้ามาทับโปรแกรมเก่าที่มีในเครื่องให้หายไป แต่สำหรับคำสั่ง APPEND นั้น จะนำโปรแกรมใหม่มาต่อท้ายโปรแกรมเดิมที่มีอยู่ในเครื่อง

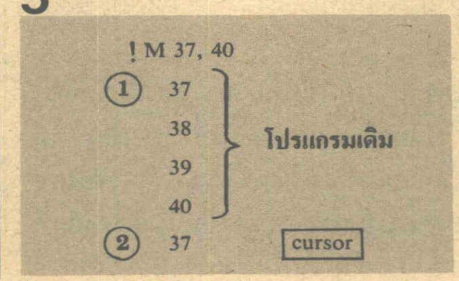
**A(SM)** เราใช้คำสั่ง ASM เมื่อเราต้องการให้ลิซ่าเปลี่ยนโปรแกรมภาษาแอสเซมบลีไปเป็นโปรแกรมภาษาเครื่องตามที่เราต้องการ บางครั้งในขณะที่ลิซ่ากำลังแปลภาษาอยู่นั้น ถ้าหากมีการผิดพลาดเกิดขึ้น เครื่องก็จะฟ้องเราว่า โปรแกรมภาษาแอสเซมบลีนั้นมีการผิดพลาดเพราะเหตุใด พร้อมกับถามเราว่า

**C (ONTINUE) OR A(BORT) ?**

ถ้าคุณกดปุ่ม C เครื่องก็จะทำการแปลโปรแกรมของคุณต่อไป แต่ถ้าหากคุณกดปุ่ม A เครื่องก็จะออกจากโหมดแปลภาษาพร้อมกับรอรับคำสั่งต่อไปจากคุณ ซึ่งขณะนั้นคุณก็อาจออกคำสั่งให้แก้ไขข้อผิดพลาดของโปรแกรมนั้นก็ได้

**BRK** บ่อยครั้งที่เมื่อคุณแอสเซมเบิลโปรแกรมเป็นภาษาเครื่องเรียบร้อยแล้ว คุณเกิดอยากจะทดลองรันโปรแกรมนั้นขึ้นมาทันที คุณสามารถใช้คำสั่ง BRK นี้เพื่อออกจากลิซ่าแล้วเข้าสู่โปรแกรม

**5**



มอนิเตอร์ของเครื่องแอปเปิ้ลได้เลย เมื่อเป็นดังนี้แล้ว คุณก็สามารถใช้คำสั่ง G เพื่อลองรันโปรแกรมได้

หลังจากที่คุณได้ทดลองโปรแกรมภาษาเครื่องนั้นแล้ว เกิดอยากจะกลับเข้าสู่ลิซ่าใหม่อีกครั้งก็สามารถทำได้หลายวิธี เช่น ป้อนประโยค 3D0G หรือ 6003G(กรณีที่แอปเปิ้ลมี RAM 48K) หรือใช้ E003G (เมื่อมี RAM ครบ 64K) เป็นต้น สำหรับการเข้าสู่ลิซ่าใหม่นั้นยังมีรายละเอียดอีกเล็กน้อยที่ควรจะทราบ แต่ผมจะขอเก็บเอาไว้ก่อน จะกล่าวถึงอีกครั้งหนึ่งในตอนหลังนะครับ

**LE(NGTH)** หลังจากใช้คำสั่งนี้แล้ว เครื่องจะพิมพ์ค่าความยาวของโปรแกรมภาษาแอสเซมบลีที่มีอยู่ในเครื่องตอนนั้น (ไม่ใช่ความยาวของโปรแกรมภาษาเครื่อง) เราจะใช้ประโยชน์จากคำสั่งนี้ได้เมื่อตอนที่เราเขียนโปรแกรมภาษาแอสเซมบลีที่ยาวมาก ๆ หรือนำโปร-แกรมหลาย ๆ ส่วนมาต่อกันด้วยคำสั่ง APPEND เราควรจะตรวจสอบดูอยู่เสมอว่า โปรแกรมของเรานั้นยาวเกินขอบเขตที่ลิซ่ากำหนดไว้หรือไม่ เพราะถ้าหากว่าโปรแกรมนั้นยาวเกินไป ส่วนที่เกินออกไปนี้ ก็จะไปทำลายพื้นที่หน่วยความจำส่วนอื่นของลิซ่าที่จัดไว้ให้เสียหายได้

สำหรับค่าความยาวของโปรแกรมภาษาแอสเซมบลีที่สามารถบรรจุในเครื่องได้นั้น ขึ้นอยู่กับปริมาณหน่วยความจำในเครื่องคอมพิวเตอร์ ถ้าเครื่องของคุณมีแรมอยู่ 48K ก็จะเก็บโปรแกรมได้ยาว $ 4000 ไบท์ ในขณะที่แรม 64K สามารถเก็บโปรแกรมได้ยาวขนาด $6800 ไบท์

**ctrl-P** เป็นปุ่มที่สามารถบังคับให้ลิซ่ากระโดดไปยังแอดเดรสที่ $E009 ได้ ซึ่ง ณ แอดเดรสนี้จะมีคำสั่งกระโดดไปยังโปรแกรมอื่น ๆ ที่อยู่ในเครื่องอีกทีหนึ่ง สำหรับพื้นที่หน่วยความจำที่ใช้เก็บโปรแกรมนั้น อาจจะเก็บไว้ที่ $9480-95FF ได้

**ctrl-D** เพื่อเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพให้กับลิซ่า ผู้ออกแบบจึงไม่เพียงแต่ทำให้ลิซ่ามีคำสั่งต่าง ๆ ของตัวเองเท่านั้น แต่ยังทำให้สามารถใช้คำสั่งต่าง ๆ ที่มีอยู่ในแอปเปิ้ลซอฟท์เบสิกด้วย เมื่อเราต้องการใช้คำสั่งใดก็ให้กดปุ่ม ctrl-D นำหน้าก่อนแล้วจึงคีย์คำสั่งตามลงไป

ชุดคำสั่งที่สามารถตามท้าย ctrl-D ได้แก่

1. PR#n และ IN#n เมื่อ n คือหมายเลขสล้อตจาก 0 ถึง 7

2. คำสั่งต่าง ๆ ในดอส เช่น CATALOG, BSAVE, BLOAD เป็นต้น

เพียงการใช้ปุ่ม ctrl-D นี้ ทำให้ลิซ่ามีความสามารถเพิ่มมากขึ้นอีกหลายเท่า ที่นี้คุณก็จะสามารถสั่งให้ลิซ่าแสดงโปรแกรมออกมาทางเครื่องพิมพ์ หรือจะขอดูชื่อไฟล์ต่าง ๆ ในแผ่นดิสค์ก็ได้ หรือจะเก็บโปรแกรมภาษาเครื่องที่ผ่านการแปลมาแล้วลงบนแผ่นดิสค์ได้เช่นกัน และ...อื่น ๆ อีกมากมาย

เป็นอย่างไรบ้างครับ สำหรับการใช้งานคำสั่งต่าง ๆ ของลิซ่าที่ผมอธิบายให้ฟังนี้ ผมอยากจะแนะนำให้คุณได้ทดลองใช้ดู แล้วคุณจะพบว่าคุณสามารถสั่งงานลิซ่าได้ง่ายและคล่องแคล่วในเวลาอันสั้น สำหรับตอนนี้เรื่องถัดไปที่จะมาพูดถึงกันก็เห็นจะเป็นเรื่อง โครงสร้างของภาษาแอสเซมบลีและเรื่องของคำสั่งเทียม ซึ่งอาจจะต้องคุยกันยาวหน่อย แต่พอหลังจากนั้นแล้ว คุณก็คงสามารถพอที่จะสนุกกับภาษาแอสเซมบลีได้บ้างแล้วหละ!

## โครงสร้างของภาษาแอสเซมบลี

ในโปรแกรมภาษาแอสเซมบลีนั้นจะแบ่งแยกออกเป็นส่วนต่าง ๆ ที่สำคัญอยู่ 4 ส่วนคือ

1. ส่วนของเลเบล(LABEL)

2. ส่วนของนีโมนิค(MNEMONIC)
3. ส่วนของโอเปอร์แรนด์(OPERAND)
4. ส่วนของคำอธิบาย(COMMENT)

ในประโยคคำสั่งแต่ละอันนั้น อาจจะประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ข้างต้นเพียงบางส่วนก็ได้ ไม่จำเป็นว่าจะต้องมีให้ครบทั้ง 4 ส่วน แต่ถ้าในหนึ่งประโยคมีหลาย ๆ ส่วนรวมกัน เราจะแบ่งแต่ละส่วนนี้ออกจากกันโดยใช้ช่องว่างคั่นส่วนต่าง ๆ เอาไว้ เราลองมาดูรายละเอียดของส่วนประกอบเหล่านี้กันสักหน่อยดีกว่า

**เลเบล** เป็นข้อความที่เราใช้อ้างอิงแทนค่าแอดเดรส คือเราจะไม่กำหนดค่าแอดเดรสจริง ๆ แต่จะใช้เลเบลในลักษณะเป็นตัวแปรตัวหนึ่งที่ใช้เก็บค่าแอดเดรสแทน ดังนั้นเวลาเราเขียนโปรแกรมจึงไม่จำเป็นต้องพะวงถึงค่าแอดเดรสจริง ๆ เท่าใดนัก และนี่เองที่ช่วยให้การเขียนโปรแกรมภาษาแอสเซมบลีเป็นไปอย่างสะดวกมากขึ้น รวมทั้งช่วยสื่อความหมายได้ดีกว่าด้วย

เลเบลจะประกอบด้วยตัวอักษรต่าง ๆ ไม่เกิน 8 ตัว โดยจะเริ่มเลเบลที่คอลัมน์แรกของประโยคคำสั่งเท่านั้น เพราะถ้าหากเราเว้นช่องว่างไว้ในคอลัมน์แรกแล้ว ลิซ่าจะถือว่าประโยคนี้ไม่มีเลเบล และตัวอักษรที่อยู่ถัดไปจะอยู่ในส่วนที่สองหรือส่วนของนีโมนิคเลย

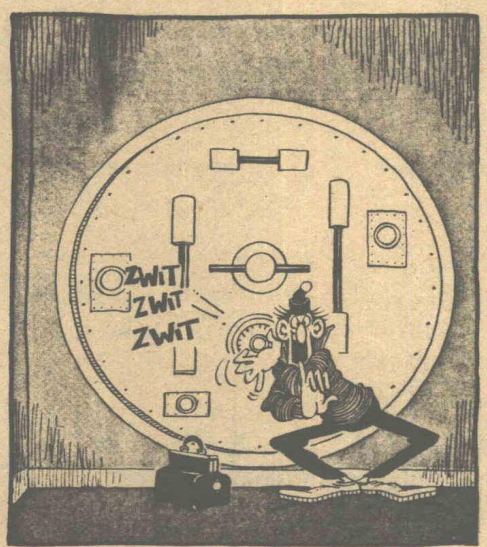
ข้อความที่จะใช้เป็นเลเบลนั้นเป็นข้อความอะไรก็ได้ แต่จะต้องไม่มีเครื่องหมาย ; หรือเว้นช่องว่างในเลเบลนั้น เพราะลิซ่าถือว่า ; เป็นเครื่องหมายที่ใช้นำหน้าส่วน COMMENT ซึ่งลิซ่าจะไม่สนใจอะไรกับ COMMENT เลย นอกจากนี้แล้ว ลิซ่ายังถือการใช้ช่องว่างในการแยกส่วนประกอบต่าง ๆ ออกจากกันด้วย ดังนั้นการเว้นช่องว่างในเลเบลก็อาจทำให้ลิซ่าเกิดความสับสนขึ้นได้

**นีโมนิค** เป็นส่วนที่ใช้แสดงการกระทำของประโยคคำสั่งนั้น ๆ นีโมนิคเป็นรหัสที่ใช้แทนรหัสภาษาเครื่องของซีพียูแต่ละเบอร์ เพราะคนเราคงไม่เข้าใจรหัสภาษาเครื่องที่เป็นตัวเลขฐานสิบหกเท่าใดนัก ดังนั้นจึงต้องหารหัสตัวอักษรมาใช้แทนรหัสตัวเลข เพื่อให้เราสามารถเข้าใจและสามารถนำไปใช้ได้สะดวก นี่แหละเป็นที่มาของรหัสนีโมนิคหล่ะ

สำหรับนีโมนิคของซีพียู 6502 นี้จะมีลักษณะเป็นตัวอักษรสามตัว เช่น LDA หรือ STX เป็นต้น นอกจากนีโมนิคในชุดคำสั่งของ 6502 แล้ว ลิซ่ายังสามารถเข้าใจรหัสอีกอย่างหนึ่งที่เรียกว่า คำสั่งเทียม ด้วย ตัวคำสั่งเทียมนี้ก็จะประกอบด้วยตัวอักษรสามตัวเช่นกัน เราไม่สามารถเปลี่ยนคำสั่งเทียมเป็นรหัสภาษาเครื่องได้ จะมีก็แต่ลิซ่าเท่านั้นที่สามารถเข้าใจและทำตามคำสั่งเทียมได้ สำหรับเรื่องของคำสั่งเทียมจะขอยกไปกล่าวให้ละเอียดอีกครั้งหนึ่งในตอนหลังนะครับ

**โอเปอร์แรนด์** โดยทั่วไปเราจะใช้โอเปอร์แรนด์ร่วมกับนีโมนิค เพราะเมื่อมีการกระทำเกิดขึ้น โดยนีโมนิค ก็จะต้องบ่งตำแหน่ง หรือข้อมูล หรือที่เก็บข้อมูลที่มีส่วนร่วมในการกระทำนั้น ๆ เช่น ประโยคคำสั่ง JMP START มีส่วนนีโมนิค JMP ที่บอกให้รู้ว่ามีการกระโดดเกิดขึ้น แต่จะกระโดดไปยังที่ใดนั้น สามารถทราบได้โดยดูจากส่วนโอ–เปอร์แรนด์ ซึ่งในตัวอย่างนี้ก็คือให้กระโดดไปยังโปรแกรมที่มีเลเบล START นำหน้า

**คำอธิบาย** ถ้าจะเปรียบเทียบกับภาษาเบสิกแล้ว ส่วนนี้ก็คงจะเป็นส่วนที่ท้ายคำสั่ง REM กระมัง เพราะหน้าที่ของ COMMENT ก็คือเป็นคำอธิบายให้ผู้อ่านโปรแกรมสามารถทราบได้ง่ายว่าส่วนนี้เอาไว้ทำอะไร มีรายละเอียดอย่างไรเป็นต้น ส่วนของคำอธิบายจะต้องนำหน้าด้วยเครื่องหมาย ; เสมอ และจะต้องแยกจากส่วนอื่น ๆ โดยการใช้ช่องว่างด้วย



ส่วนที่อยู่ท้ายเครื่องหมาย ; นั้น เราจะใช้เป็นที่ว่างเขียนคำอธิบาย ซึ่งตัวลิซ่าจะไม่สนใจแปลคำอธิบายเหล่านี้เลย ดังนั้นเราจึงจัดส่วนของคอมเมนต์นี้ไว้ท้ายสุดของประโยคคำสั่ง

เอาล่ะ พอจะรู้จักกับส่วนต่าง ๆ ของภาษาแอสเซมบลีกันบ้างแล้ว เราก็ลองมาดูตัวอย่างโปรแกรมจริง ๆ กันสักหน่อย ซึ่งตัวอย่างในรูปที่ 6 นี้ จะแสดงให้เห็นส่วนต่าง ๆ ที่กล่าวมาแล้ว

ทีแรกนั้น ผมก็กะเอาไว้ว่าจะขอกล่าวถึงเรื่องชุดคำสั่งของ 6502 และเรื่องการอ้างแอดเดรสแบบต่าง ๆ สักหน่อย แต่เมื่อทราบว่ามีผู้เขียนเขียนถึงสองเรื่องนี้โดยละเอียดแล้ว ผมเองก็ไม่อยากจะเขียนซ้ำอีก (กลัวจะอธิบายได้ไม่ดีเท่าเขา) จึงขอข้ามมาพูดถึงเรื่องการกำหนดค่าตัวเลขในภาษาแอสเซมบลีกันซะเลย เนื่องมาจากว่าภาษาแอสเซมบลีนั้นมีส่วนเกี่ยวข้องกับเรื่องของตัวเลขอย่างมาก ไม่ว่าจะเป็นค่าของแอดเดรสหรือข้อมูลต่าง ๆ ก็เป็นตัวเลขเหมือนกันหมด ดังนั้นเรื่องของการกำหนดค่าตัวเลขในโปรแกรมแอสเซมบลี จึงเป็นเรื่องสำคัญเรื่องหนึ่ง

ลิซ่าเป็นโปรแกรมแอสเซมเบลอร์ตัวหนึ่งที่มีความสามารถด้านตัวเลขมาก สามารถยอมรับตัวเลขฐานต่าง ๆ ได้ด้วยกันสามฐานคือ เลขฐานสอง, ฐานสิบ และฐานสิบหก นอกจากนี้ยังมีความสามารถเข้าใจ และคำนวณค่าตัวเลขได้จากสมการที่มีตัวแปรเป็นเลเบล และเครื่องหมายการกระทำทางคณิตศาสตร์หรือทางลอจิกได้ด้วย

หลักเกณฑ์ที่ใช้กำหนดค่าตัวเลขได้แก่

1. เลขฐานต่าง ๆ จำเป็นจะต้องมีเครื่องหมายพิเศษนำหน้าตัวเลขเหล่านั้น และตัวเลขนั้นจะต้องมีค่าไม่เกินไปกว่าขอบเขตที่กำหนดดังนี้

เลขฐานสิบหก ใช้เครื่องหมาย $ นำหน้าตัวเลขตั้งแต่ $0000-$FFFF

เลขฐานสิบ ใช้เครื่องหมาย ! นำหน้าตัวเลขตั้งแต่ 0-65535

เลขฐานสอง ใช้เครื่องหมาย % นำหน้าตัวเลขตั้งแต่ %0000 0000 0000 0000-%1111 1111 1111 1111

2. สามารถใช้เครื่องหมายการกระทำทางคณิตศาสตร์ และทางลอจิกประกอบการกำหนดค่าตัวเลขได้ด้วย โดย

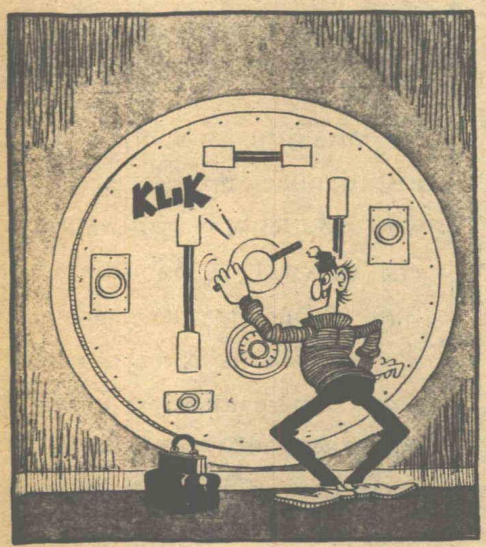
ใช้ +, −, *, / แทนเครื่องหมายบวก, ลบ, คูณ และหาร ตามลำดับ

ใช้ & แทนการแอนด์ลอจิก (AND)

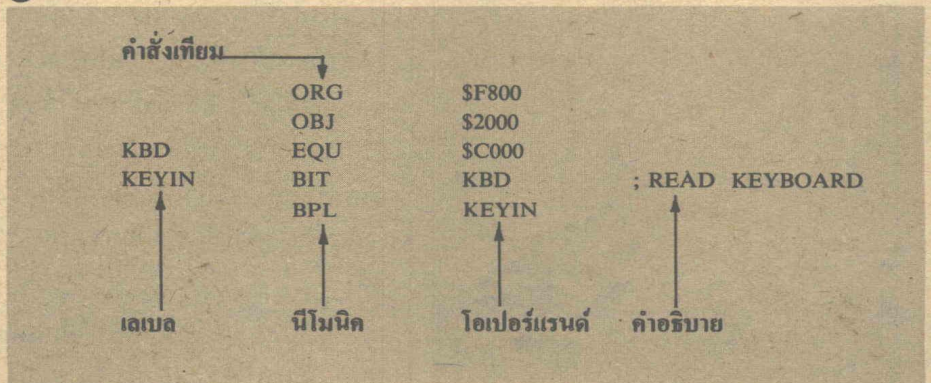
ใช้ I แทนการ OR (โดยการกดปุ่ม ESC และปุ่ม I ตามลำดับ)

ใช้ ∧ แทนการ EXCLUSIVE OR

3. สามารถกำหนดค่าตัวเลขขนาด 8 บิท จากค่าตัวเลขขนาด 16 บิทได้ โดยใช้เครื่องหมาย # เมื่อต้องการตัวเลขไบท์ต่ำ และใช้เครื่องหมาย / เมื่อต้องการตัวเลขไบท์สูง ดังเช่น กำหนดให้ START




**6**



= $FA10 ดังนั้น#START จะมีค่าเท่ากับ $10 และ /START มีค่าเท่ากับ $FA เป็นต้น

4. ในกรณีที่มีการกำหนดค่าเป็นสมการ ลิซ่าจะเริ่มทำการคำนวณค่าจากทางซ้ายมาหาทางขวา เช่น $5-$3-$2 = $0 เป็นต้น

5. ลิซ่าสามารถเปลี่ยนตัวอักษรต่าง ๆ ไปเป็นรหัสตัวเลขที่เรียกว่า รหัสแอสกี ได้ด้วย โดยใช้เครื่องหมาย ' หรือ " แต่มีข้อแตกต่างกันเล็กน้อยคือ เมื่อใช้เครื่องหมาย ' จะมีการเซทบิทที่ 7 ของรหัสแอสกีให้มีค่าเป็น 0 ตรงกันข้ามถ้าหากใช้เครื่องหมาย " บิทที่ 7 ของรหัสแอสกี้จะกลายเป็น 1 แทน เช่น

'B' มีค่าเท่ากับ $42 และ "B" มีค่าเท่ากับ $C2 เป็นต้น

นอกจากนี้ เรายังสามารถใช้ 'B แทนการใช้#'B'(หรือ "B แทนการใช้ #"B") ในการอ้างแอดเดรสแบบ IMMEDIATE MODE เช่น 'B'เป็นการใส่ค่า $42 ลงในรีจิสเตอร์ A เราสามารถเขียนใหม่ได้ดังนี้ LDA 'B เป็นต้น

## คำสั่งเทียม

ยังจำได้ไหมว่า ผมเคยเกริ่นถึงเรื่องคำสั่งเทียมไปนิดหน่อยแล้ว มาถึงตอนนี้ก็จะขอกล่าวถึงรายละเอียดกันเสียเลยนะ

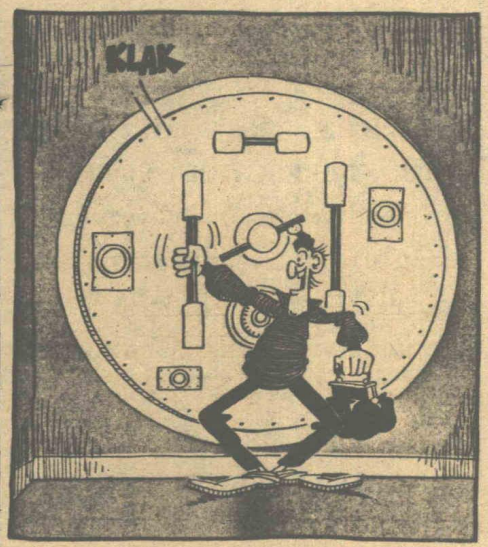
คำสั่งเทียมที่ลิซ่าสามารถเข้าใจได้มีหลายคำสั่งด้วยกัน แต่ผมได้เลือกเอาเฉพาะที่ใช้กันบ่อย ๆ มาอธิบายให้ฟังเท่านั้น ชุดคำสั่งเทียมเหล่านั้นแสดงไว้ในรูปที่ 7

เราลองมาดูรายละเอียดของแต่ละคำสั่งกันสักหน่อยนะครับ โดยเริ่มจาก...

**OBJ(OBJECT CODE ADDRESS)** เมื่อเราสั่งให้ลิซ่าทำการเปลี่ยนโปรแกรมภาษาแอสเซมบลี ไปเป็นโปรแกรมภาษาเครื่องหรือออบเจคโค้ดที่คุณต้องการนั้น ลิซ่าก็จะทำตามที่คุณสั่ง แต่คุณรู้ไหมว่าออบเจคโค้ดที่ได้นั้นถูกเก็บไว้ที่ไหนในหน่วยความจำ ถ้าหากคุณไม่กำหนดตำแหน่งที่เก็บลงไปในโปรแกรมแอสเซมบลีแล้ว ลิซ่าก็จะนำออบเจคโค้ดไปเก็บไว้ในบริเวณที่มันจัดไว้โดยเฉพาะ เป็นเนื้อที่ขนาด 4 K ตั้งแต่ $800-$1800 แต่ถ้าหากคุณต้องการเปลี่ยนตำแหน่งที่เก็บโปรแกรมภาษาเครื่องก็ขอให้ใช้คำสั่งเทียม OBJ นี้ กำหนดค่าแอดเดรสไว้หน้าโปรแกรมแอสเซมบลี แต่ควรจะให้อยู่ในขอบเขตที่ลิซ่าจัดไว้เท่านั้น คือ ตั้งแต่ $800-$1800

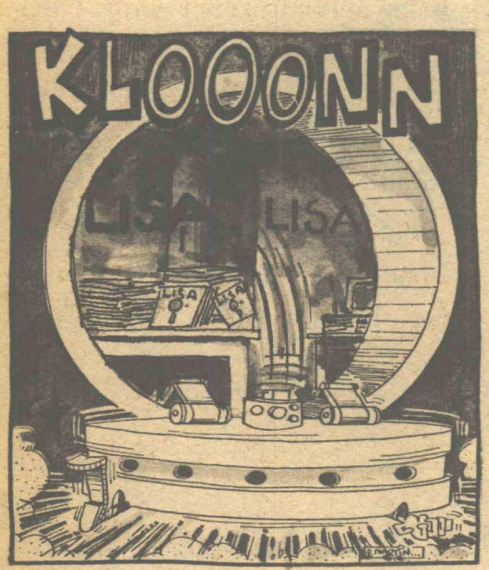
**ORG(PROGRAM ORIGIN)** เป็นคำสั่งเทียมที่ใช้กำหนดค่าแอดเดรสเริ่มต้นของโปรแกรม การอ้างอิงค่าแอดเดรสต่าง ๆ จะถือแอดเดรสที่กำหนดโดยคำสั่ง ORG เป็นหลัก ถ้าหากคุณไม่กำหนดคำสั่ง ORG ไว้ในโปรแกรม ลิซ่าก็จะถือว่าโปรแกรมนี้เริ่มต้นที่แอดเดรส $800

คำสั่ง ORG นั้นนอกจากจะกำหนดแอดเดรสเริ่มต้นของโปรแกรมแล้ว ยังกำหนดตำแหน่งที่เก็บของออบเจคโค้ดไปในตัวด้วย เช่น ถ้าหากคุณใช้คำสั่ง ORG $1000 คุณก็จะได้ออบเจคโค้ดเก็บไว้ที่แอดเดรส $1000 ด้วย คุณสามารถจะรันโปรแกรมนั้นโดยใช้คำสั่ง 1000G ได้เลย แต่ถ้าหากคุณต้องการเริ่มต้นโปรแกรมที่แอดเดรส $4000 ตัวออบเจคโค้ดจะเก็บไว้ที่แอดเดรส $4000 ไม่ได้ เพราะไม่ใช่ขอบเขตที่ลิซ่ากำหนด ดังนั้น




**7**

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| OBJ | ORG | EPZ | EQU | ASC |
| STR | DCI | INV | BLK | HEX |
| ADR | DBY | HBY | BYT | DFS |
| LST | NLS | DCM | END | |




คุณจึงจำเป็นต้องใช้คำสั่ง OBJ เพื่อกำหนดที่เก็บออบเจคโค้ดที่ถูกต้องดังนี้

ORG $4000 ด้วยคำสั่งเทียม 2 บรรทัดนี้ ออบเจคโค้ดก็จะถูกเก็บไว้ที่แอดเดรส $800

OBJ $800 ถ้าหากคุณต้องการรันโปรแกรมนี้ ก็จำเป็นจะต้องย้ายโปรแกรมจาก $800 ให้ไปเริ่มต้นที่แอดเดรส $4000 เสียก่อน จึงจะรันโปรแกรมนั้นได้

**EPZ(EQUATE TO PAGE ZERO)** เป็นคำสั่งกำหนดค่าตัวแปร เลเบลต่าง ๆ สำหรับการอ้างแอดเดรสไปที่หน่วยความจำเพจศูนย์ เนื่องจากเป็นการกำหนดค่าแอดเดรสในเพจศูนย์ ดังนั้นค่าตัวเลขจึงอยู่ในช่วง $00-$FF เท่านั้น การใช้คำสั่งเทียม EPZ จะอยู่ในรูปแบบดังนี้

เลเบล EPZ ค่าแอดเดรส

เช่น PCH EPZ $34 หรือ PCL EPZ PCH-$1 เป็นต้น

**EQU(EQUATE)** เป็นคำสั่งเทียมที่ใช้กำหนดค่าของเลเบลทั่ว ๆ ไป โดยเป็นค่าตัวเลขขนาด 16 บิท ตั้งแต่ $0000-$FFFF คุณอาจใช้เครื่องหมาย = แทนคำสั่ง EQU ก็ได้

**ASC(ASCII STRING DEFINITION)** ใช้สำหรับเปลี่ยนตัวอักษรต่าง ๆ (STRING) ให้อยู่ในรหัสแอสกีดังตัวอย่างการใช้งานดังนี้

ASC "HELLO" จะได้เป็น C8 C5 CC CC CF

ASC'HELLO' จะได้เป็น 48 45 4C 4C 4F

จะเห็นว่าเครื่องหมาย " และ ' ยังคงมีผลต่อบิทที่ 7 ของรหัสแอสกีอยู่เหมือนเดิมดังที่กล่าวมาแล้ว

**STR(CHARACTOR STRING DEFINITION)** มีลักษณะการใช้งานคล้าย ๆ กับคำสั่ง ASC คือใช้เปลี่ยนตัวอักษรต่าง ๆ ให้อยู่ในรูปของรหัสแอสกีเช่นกัน แต่คำสั่ง STR นั้นมีข้อพิเศษกว่าคำสั่ง ASC ตรงที่สามารถให้ค่าความยาวของตัวอักษรชุดนั้น ๆ ออกมาด้วย เช่น

STR "HELLO" จะได้เป็น 05 C8 C5 CC CC CF

05 นั้นเป็นค่าความยาวของสตริง HELLO

**DCI(DEFINE CHARACTOR IMMEDIATE)** เป็นอีกคำสั่งหนึ่งที่เกี่ยวข้องกับ STRING และมีผลลัพธ์คล้ายกับ ASC จะต่างกันตรงรหัสแอสกีของตัวอักษรตัวสุดท้ายของสตริง ซึ่งจะเปรียบเทียบให้ดูความแตกต่างดังนี้

ASC "ABC" ได้เอาท์พุทเป็น C1 C2 C3

DCI "ABC" ได้เอาท์พุทเป็น C1 C2 (43) ← บิท 7 ของแอสกีเป็นศูนย์

DCI 'ABC' ได้เอาท์พุทเป็น 41 42 (C3) ← บิท 7 ของแอสกีเป็นหนึ่ง

**INV(INVERTED CHARACTER) และ BLK(BLINKING CHARACTER)** เป็นคำสั่งที่ให้รหัสตัวอักษรในการแสดงผลบนจอภาพในลักษณะอินเวอร์สและกะพริบ เช่น

INV 'ABC' จะให้ผลเป็น 01 02 03

BLK 'ABC' จะให้ผลเป็น 41 42 43 เป็นต้น

**HEX (HEXADECIMAL STRING DEFINITION)** เป็นคำสั่งสำหรับเก็บค่าคงที่ ซึ่งเป็นตัวเลขฐานสิบหกไว้ในโปรแกรม โดยค่าตัวเลขที่อยู่หลังคำสั่งนี้ ไม่จำเป็นจะต้องนำหน้าด้วยเครื่องหมาย $ และจะประกอบด้วยตัวเลขกี่ตัวก็ได้ แต่จะต้องเขียนติด ๆ กัน เช่น

HEX FF0307AB00 เป็นต้น

**ADR(ADDRESS STORAGE)** ด้วยคำสั่งเทียมนี้ คุณก็จะสามารถเก็บ

ค่าตัวเลขขนาด 16 บิทไว้ในโปรแกรมได้โดยอยู่ในรูปของตัวเลข 8 บิทสองตัว และตัวเลขไบท์ต่ำจะถูกเก็บไว้ข้างหน้าตัวเลขไบท์สูงตัวเลขที่กำหนดอยู่หลังคำสั่ง ADR สามารถกำหนดเป็นค่าคงที่หรือกำหนดเป็นชื่อเลเบลด้วยก็ได้ เช่น

**ADR $FB08 จะได้เป็น 08 FB**

**ADR LB1, LB2, LB3**

เราสามารถใช้คำสั่ง ADR ในการเก็บข้อมูลขนาด 16 บิท หรือสร้างตารางกระโดด (JUMP TABLE) ไว้ในโปร-แกรมก็ได้ นอกจากนี้เรายังสามารถใช้ ADR ในการเก็บค่าคงที่ที่เป็นตัวเลขฐานอื่น ๆ ได้ด้วย เช่น

**ADR ! 4096, %1010**

**DBY(DOUBLE BYTE DATA)** เป็นคำสั่งที่มีลักษณะเกือบทุกอย่างคล้ายคลึงกับคำสั่ง ADR จะต่างกันก็ตรงที่คำสั่ง DBY จะเรียงตัวเลขไบท์สูงไว้หน้าตัวเลขไบท์ต่ำ ในขณะที่คำสั่ง ADR จะวางตัวเลขไบท์ต่ำนำหน้าตัวเลขไบท์สูง ดังตัวอย่าง

**ADR $ 1020 จะได้เป็น $20 $10**
**DBY $1020 จะได้เป็น $10 $20**

**HBY(HIGH BYTE DATA) และ BYT(LOW BYTE DATA)** ใช้สำหรับเก็บค่าตัวเลขขนาด 8 บิท จากตัวเลขขนาด 16 บิท โดยคำสั่ง HBY จะตัดเอาเฉพาะตัวเลขไบท์สูงไปเก็บไว้ ในขณะที่คำสั่ง BYT จะเก็บเฉพาะตัวเลขไบท์ต่ำเท่านั้น เมื่อทราบถึงหน้าที่ของสองคำสั่งนี้แล้ว ก็ทำให้อดนึกถึงเครื่องหมาย #และ / ที่กล่าวมาแล้ว คงยังจำกันได้ว่าเราใช้ 2 เครื่องหมายนี้ในการกำหนดค่าตัวเลขขนาด 8 บิทจากตัวเลขขนาด 16 บิท แต่จะกำหนดค่าตัวเลขได้เพียงทีละไบท์เท่านั้น ส่วนคำสั่ง HBY และ BYT นั้นสามารถใช้เก็บค่าตัวเลขได้ทีละหลาย ๆ ไบท์เลย เช่น

**HBY $1234, "A" จะได้เป็น $12 $00**

**DFS(DEFINE STORAGE)** เราใช้คำสั่งเทียม DFS ในการจองเนื้อที่ของหน่วยความจำ มีลักษณะการใช้งานดังนี้ เลเบล DFS N, M เป็นการจองเนื้อที่ขนาด N ไบท์ ไว้ที่ตำแหน่งที่กำหนดด้วยเลเบลนั้น แล้วให้ใส่ค่าตัวเลข M ลงในหน่วยความจำที่จองเอาไว้นั้น (ค่าตัวเลข M อาจจะกำหนดไว้หรือไม่มีเลยก็ได้)

**LST(LISTING OPTION ON) และ NLS(NO LISTING)** สองคำสั่งนี้จัดว่าเป็นคำสั่งคู่กัน โดยคำสั่ง LST จะเป็นเหมือนคำสั่งเปิดสวิทช์ให้ลิซ่าแสดงโปรแกรมและออบเจคโค้ดออกมา ขณะที่ลิซ่าทำการแปลภาษาด้วย แต่ถ้าไม่ต้องการให้ลิซ่าแสดงอะไรออกมาเลยขณะทำการแปลภาษา ก็สามารถใช้คำสั่ง NLS สั่งงานลิซ่าได้ บางครั้งเราอาจจะใช้คำสั่ง LST และ NLS ร่วมกันเพื่อแสดงเฉพาะบางส่วนของโปรแกรมก็ได้

**DCM(DISK COMMAND)** ในขณะที่ลิซ่ากำลังทำการแอสแซมเบิ้ลโปรแกรมอยู่นั้น เราสามารถจะสั่งงานให้ลิซ่าทำงานตามคำสั่งในดอสที่เรากำหนดไว้ได้ โดยวางคำสั่งนั้นอยู่หลังคำสั่งเทียม DCM เช่นเดียวกับที่เราใช้ปุ่ม ctrl-D นำหน้าคำสั่งในดอสดังที่กล่าวมาแล้วในเรื่องคำสั่งของลิซ่า

เราสามารถใช้คำสั่ง PR#N หรือ IN#N รวมกับคำสั่งเทียม DCM ได้ด้วย ดังตัวอย่าง

**DCM "PR#1" หรือ DCM "BSAVE MUSIC, A$ 800, L$ 100"** เป็นต้น

นอกจากนี้ หากคุณทำการแอสเซม-เบิ้ลโปรแกรมที่มีความยาวมาก ๆ จนขนาดของออบเจคโค้ดใหญ่เกินเลยไปจากขนาดหน่วยความจำ 4 K ที่ลิซ่ากำหนดไว้ให้เป็นที่เก็บออบเจคโค้ดโดยเฉพาะ ดังนั้นเราจำเป็นต้องทำการแปลโปรแกรมทีละ 4 K แล้วจัดการเก็บโปรแกรมภาษาเครื่องนั้นลงไปในแผ่นดิสค์ก่อน แล้วจึงทำการแปลโปรแกรมส่วนต่อไป ด้วยวิธีนี้ เราจึงต้องใช้คำสั่งเทียม DCM และ OBJ ร่วมกันดังในรูปที่ 8

เมื่อเวลาใช้งานโปรแกรมนี้ ก็ให้นำโปรแกรมมาเรียงต่อกันทีละส่วนจนครบ ก็จะสามารถรันโปรแกรมได้แล้ว

**END(END OF ASSEMBLY)** คำสั่ง END จะถูกใช้เพื่อบอกให้ลิซ่าทราบว่าจบโปรแกรมแอสเซมบลีแล้ว เมื่อลิซ่าพบกับคำสั่ง END แล้ว ลิซ่าก็จะโดดออกจากแอสเซมเบิ้ลโหมดเลย ดังนั้นคำสั่ง END จึงควรวางไว้ท้ายสุดของโปรแกรม แต่ถ้าหากคุณลืมใส่คำสั่ง END ไว้ในโปรแกรม ลิซ่าก็จะฟ้องว่าเกิดข้อผิดพลาดขึ้น ให้คุณเติมคำสั่ง END ลงไปซะ

เมื่อคุณอ่านบทความมาจนถึงตอนนี้แล้ว คุณก็สามารถใช้งาน LISA ในการเขียนโปรแกรมแอสเซมบลีได้แล้ว รวมทั้งสามารถใช้คำสั่งเทียมร่วมกับคำสั่งจริงในโปรแกรมของคุณได้ด้วย โอกาสหน้าจะเสนอการใช้ลิซ่าเขียนโปรแกรมให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

**8**

```
OBJ $800
โปรแกรมขนาด 4 K
DCM "BSAVE PARTONE, A$800, L$1000"
OBJ $800
โปรแกรมขนาด 4K
DCM "BSAVE PARTTWO, A$800, L$1000"
OBJ $800
```